



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107420384 A

(43)申请公布日 2017. 12. 01

(21)申请号 201710830479.5

B66F 9/22(2006.01)

(22)申请日 2017.09.15

(71)申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区迎泽
西大街79号

(72)发明人 权龙 葛磊 杨敬 赵斌 王成宾

(74)专利代理机构 太原倍智知识产权代理事务
所(普通合伙) 14111

代理人 戎文华

(51)Int.Cl.

F15B 21/08(2006.01)

F15B 1/02(2006.01)

F15B 21/14(2006.01)

E02F 9/22(2006.01)

B66C 13/20(2006.01)

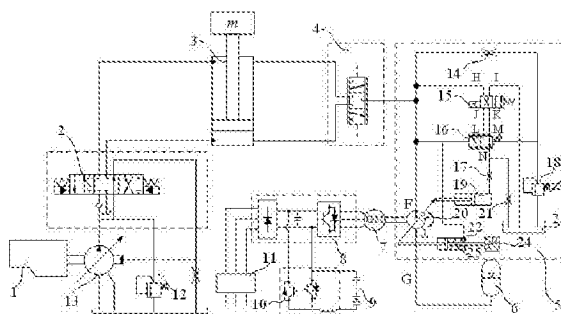
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

举升装置重力势能压力容积储用系统

(57)摘要

一种举升装置重力势能压力容积储用系统,所述系统是在举升机构液压缸进出口系统的基础上增设有液电复合能量回收系统,所述液电复合能量回收系统是由液压马达/泵、电动/发电机、超级电容模块和蓄能器构成,其中液压马达/泵的一进/出油口通过控制阀与举升液压缸连通、另一油口与蓄能器连通,液压马达/泵输出轴与电动/发电机的输出轴连接,超级电容模块连接在电动/发电机转速控制器直流母线上。本发明将举升机构下落时具有的重力势能,通过液压马达/泵和电动发电机,无节流损失地储存到蓄能器和超级电容中,并可无节流损失地对储存的这部分能量进行再生利用,提高了机器工作效率、降低了运行成本,减少了发动机的排放污染。



1. 一种举升装置重力势能压力容积储用系统,包括有发动机(1)、主控制阀(2)、举升液压缸(3)、溢流阀(12)及主液压泵(13);其特征在于:

所述增设有转换控制阀(4)、压力连续可调液压马达/泵(5)、液压蓄能器(6)、电动/发电机(7)、电机转速控制器(8)、超级电容(9)、DC-DC变换器(10)及外部电源(11);

所述举升液压缸(3)的进出油口分别与转换控制阀(4)的工作油口C和D连通;

所述外部电源(11)与电机转速控制器(8)的输入端连通,电机转速控制器(8)的输出端连接有电动/发电机(7)的输入端,DC-DC变换器(10)连接有电机转速控制器(8)的直流母线,超级电容组(9)与DC-DC变换器(10)连接。

2. 根据权利要求1所述的举升装置重力势能压力容积储用系统,其特征在于:所述压力连续可调液压马达/泵(5)包括有:阻尼孔I(14)、马达/泵模式切换阀(15)、主控压力阀(16)、阻尼孔II(17)比例先导溢流阀(18)、变量液压缸无杆腔(19)、液压马达/泵(20)、阻尼孔III(21)、变量液压缸有杆腔(22)、油箱(23)及位移传感器(24);

所述液压马达/泵(20)的F口、变量液压缸有杆腔(22)、主控压力阀(16)的左端控制腔、阻尼孔I(14)进油口、马达/泵模式切换阀(15)的油口H与转换控制阀(4)的工作油口E相互连通;阻尼孔I(14)的出油口与比例先导溢流阀(18)的进油口、主控压力阀(16)的右端控制腔连通,比例先导溢流阀(18)出油口、马达/泵模式切换阀(15)的油口I与阻尼孔III(21)的出油口与油箱(23)连通;马达/泵模式切换阀(15)的油口J和油口K分别与主控压力阀(16)的油口L和油口M连通;主控压力阀(16)的油口N与阻尼孔II(17)的进油口、阻尼孔III(21)的进油口连通,阻尼孔II(17)出油口与变量液压缸无杆腔(19)连通;位移传感器(24)安装在变量液压缸活塞(25)上,检测液压马达/泵(20)的排量;液压马达/泵(20)输入轴与电动/发电机(7)输出轴相连;液压马达/泵(20)工作油口G和液压蓄能器(6)连通。

3. 根据权利要求1所述的举升装置重力势能压力容积储用系统,其特征在于:所述举升机构液压控制回路是负流量控制回路、正流量控制回路、进出口独立控制回路,或者是闭式泵控回路,且所述举升机构液压控制回路是根据操作指令控制所述举升液压缸(3)的运行方向和速度。

4. 根据权利要求1所述的举升装置重力势能压力容积储用系统,其特征在于:所述主控制阀组(2)是常规比例方向阀组,或者是进出口独立控制阀组。

5. 根据权利要求1所述的举升装置重力势能压力容积储用系统,其特征在于:所述举升装置重力势能压力容积储用系统是用于液压挖掘机、装载机、正面吊及叉车中的一种。

举升装置重力势能压力容积储用系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种举升装置重力势能回收利用系统,尤其是一种用于液压挖掘机、装载机、正面吊及叉车等工程机械举升机构重力势能的压力容积储用控制系统。

背景技术

[0002] 近十年以来,我国工程机械行业有了巨大的发展,装载机、挖掘机、汽车起重机、压路机、叉车、混凝土机械等产品产量跃居世界首位,成为我国重要的支柱产业之一。这些装备作业中,工作机构高频次升降、频繁加减速,造成非常大的势能浪费,于是如何高效回收再利用这部分浪费掉的重力势能,是工程装备领域实现节能减排必须解决的技术难题。

[0003] 现有的举升机构重力势能回收利用方法,一是采用泵控闭式回路驱动工作机构,用蓄能器或超级电容回收工作机构势能;二是在原有控制回路的基础上,增加液压变压器和蓄能器回收工作机构势能,或直接利用;三是采用液压蓄能器直接回收,存入蓄能器的液压能直接利用,驱动冷却系统等辅助装置,也可引入液压泵的入口,辅助动力源驱动主泵,属于无源储能,再生利用过程需经过原有的控制阀,存在二次节流损失,效率较低;四是在动臂液压缸中并列设置一个起储能作用的辅助气-液储能液压缸,平衡动臂的重量,芬兰坦佩雷大学、德国利勃海尔公司、我国常林集团、山河智能都申请了相关的发明专利,并制造出挖掘机样机,不足是对原有挖掘机结构改变较大,还影响动臂的工作强度,不适用于单液压缸驱动的机器;五是油电混合动力方式,基本原理是用液压马达驱动发电机,将重力势能转化电能,存储在超级电容或蓄电池中。

[0004] 总述现有举升机构重力势能回收方式,油电混合动力方式布置灵活方便,回收效率也较高,不足之处是在回收过程中,为了保证举升机构运行的平稳性,需要在液压马达入口处串联液压控制阀,造成较大的节流损失,并且在再生利用过程中,能量转换传递链较长,甚至存在二次节流损失,能效很低。

发明内容

[0005] 针对上述现有举升机构重力势能浪费和现有油电混合动力技术回收利用存在着不足,本发明提供一种举升装置重力势能压力容积储用系统,回收和再生利用举升机构重力势能时,举升机构油腔压力和流量通过电动/发电机和液压马达/泵独立连续控制,不需要节流控制阀也能获得平稳的运行特性,较现有技术具有较高的能量转换利用效率。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采取如下的技术方案。

[0007] 一种举升装置重力势能压力容积储用系统,包括有发动机、主控制阀、举升液压缸、溢流阀以及主液压泵;其特征在于:

增设有转换控制阀、压力连续可调液压马达/泵、液压蓄能器、电动/发电机、电机转速控制器、超级电容、DC-DC变换器、外部电源;

所述举升液压缸的进出油口分别与转换控制阀的工作油口C和D连通;

所述外部电源与电机转速控制器的输入端连通,电机转速控制器的输出端连接到电

动/发电机的输入端,DC-DC变换器连接到电机转速控制器的直流母线上,超级电容组与DC-DC变换器连接。

[0008] 进一步的技术方案在于:所述的压力连续可调液压马达/泵包括有阻尼孔I、马达/泵模式切换阀、主控压力阀、阻尼孔II、比例先导溢流阀、变量液压缸无杆腔、液压马达/泵、阻尼孔III、变量液压缸有杆腔、油箱、位移传感器;

所述液压马达/泵的F口、变量液压缸有杆腔、主控压力阀的左端控制腔、阻尼孔I进油口、马达/泵模式切换阀的油口H、转换控制阀的工作油口E相互连通;阻尼孔I的出油口与比例先导溢流阀的进油口、主控压力阀的右端控制腔连通,比例先导溢流阀出油口、马达/泵模式切换阀的油口I、阻尼孔III的出油口与油箱连通;马达/泵模式切换阀的油口J和油口K分别与主控压力阀的油口L和油口M连通;主控压力阀的油口N与阻尼孔II的进油口、阻尼孔III的进油口连通,阻尼孔II出油口与变量液压缸无杆腔连通;位移传感器安装在变量液压缸活塞上,检测液压马达/泵的排量;液压马达/泵输入轴与电动/发电机输出轴相连;液压马达/泵的工作油口G和液压蓄能器连通。

[0009] 进一步的技术方案在于:所述举升机构液压控制回路是负流量控制回路、正流量控制回路、进出口独立控制回路或者是闭式泵控回路,且所述举升机构液压控制回路是根据操作指令控制所述举升液压缸的运行方向和速度。所述主控制阀组是常规比例方向阀组,或者是进出口独立控制阀组。所述举升装置重力势能压力容积储用系统是用于液压挖掘机、装载机、正面吊及叉车中的一种。

[0010] 上述技术方案直接带来和必然产生的优点与有益效果如下。

[0011] 能效高:本系统采用压力控制马达/泵作为能量回收控制元件,液压蓄能器作为能量储存主装置,超级电容作为能量调控辅助装置,工作过程中不存在节流损失,大部分重力势能转换为液压能储存在蓄能器中,多余能量转换为电能储存在超级电容中,该方法能量转换环节少,转换效率高。

[0012] 动力源冗余可靠性高:本系统重力势能压力容积储用系统,既可以回收重力势能,也可以作为举升执行机构的动力源,可以与主驱动系统共同驱动执行机构,具有冗余功能,可切断故障动力源,确保执行器在动力源故障情况下仍可稳定工作。

[0013] 减少油液发热:本系统将原浪费在阀口节流边上能量通过容积调控,进行存储再利用,减小了系统发热。

[0014] 通用性强:本系统所采用的新型能量回收单元,可作为独立的控制单元附加到现有的各类主机,不影响现有机器的布置和操控性,通用性强,尤其适用于液压挖掘机、装载机、正面吊及叉车中的工程机械举升机构重力势能压力容积储用控制系统。

附图说明

[0015] 图1是本举升装置重力势能压力容积储用系统原理结构图。

[0016] 图2是本发明实施例2的系统原理结构图。

[0017] 图3是本发明实施例3的系统原理结构图。

[0018] 图中:1:发动机;2:主控制阀;3:举升液压缸;4:转换控制阀;5:压力连续可控液压马达/泵;6:液压蓄能器;7:电动/发电机;8:电机转速控制器;9:超级电容;10:DC-DC变换器;11:外部电源;12:溢流阀;13:主液压泵;14:阻尼孔I;15:马达/泵模式切换阀;16:主控

压力阀;17:阻尼孔Ⅱ;18:比例先导溢流阀;19:变量液压缸无杆腔;20:液压马达/泵;21:阻尼孔Ⅲ;22:变量液压缸有杆腔;23:油箱;24:位移传感器。

[0019] A、B、P、T为主控制阀组的工作油口;C、D、E、T1为转换控制阀的工作油口;H、I、G、K为马达/泵模式切换阀工作油口;L、M、N为主控压力阀的工作油口;F、G为液压马达/泵的工作油口。

具体实施方式

[0020] 下面对本发明的具体实施方式做出进一步的说明。

[0021] 实施例1

下面结合附图1对本发明的具体实施方式1作进一步的说明。

[0022] 如附图1所示,实施一种举升装置重力势能压力容积储用系统的实施例1,具体实施中发动机1采用柴油发动机,主控制阀2为三位六通电比例多路换向阀,举升液压缸3采用单出杆结构,转换控制阀4为电气控制结构,压力连续可调液压马达/泵5采用轴向柱塞结构原理,液压蓄能器6为活塞式,电动/发电机7为永磁同步结构,电机转速控制器8采用矢量控制方式,超级电容9由基本模块串并联组合而构成,DC-DC变换器10可双向升压和降压,外部电源11采用电池组,溢流阀12用做安全阀,主液压泵13为变排量结构,阻尼孔Ⅰ14直径为0.9 mm,马达/泵模式切换阀15采用电控方式,主控压力阀16为液控三通滑阀,阻尼孔Ⅱ17直径1 mm,比例先导溢流阀18采用锥阀结构,变量液压缸无杆腔19直径40 mm,液压马达/泵20采用轴向柱塞结构形式,阻尼孔Ⅲ21直径0.8 mm,变量液压缸有杆腔22直径为30 mm,油箱23容积为200 L,位移传感器24采用差动变压器结构。

[0023] 具体实施方案系统的结构关系是,将发动机1的输出轴与主液压泵13的输入轴连接,主液压泵13的出油口分别与主控制阀2和溢流阀12的进油口连通,主控制阀2的出油口分别与举升液压缸3的进出油口连通,举升液压缸3的进出油口分别与转换控制阀4的工作油口C和D连通,主控制阀4的出油口连通油箱23,主控制阀4的中间油路经阻尼孔后与油箱23连通,阻尼孔入口处的压力油引入主液压泵13的变量活塞的控制油口,实现负流量控制结构。

[0024] 所述外部电源11与电机转速控制器8的输入端连通,电机转速控制器8的输出端连接到电动/发电机7的输入端,DC-DC变换器10连接到电机转速控制器8的直流母线上,超级电容器9与DC-DC变换器10连接。

[0025] 所述液压马达/泵20的F口、变量液压缸有杆腔22、主控压力阀16的左端控制腔、阻尼孔Ⅰ14的进油口、马达/泵模式切换阀15的油口H、转换控制阀4的工作油口E相互连通;阻尼孔Ⅰ14的出油口与比例先导溢流阀18的进油口、主控压力阀16的右端控制腔连通,比例先导溢流阀18出油口、马达/泵模式切换阀15的油口I、阻尼孔Ⅲ21的出油口与油箱23连通;马达/泵模式切换阀15的油口J和油口K分别与主控压力阀16的油口L和油口M连通;主控压力阀16的油口N与阻尼孔Ⅱ17的进油口、阻尼孔Ⅲ21的进油口连通,阻尼孔Ⅱ17出油口与变量液压缸无杆腔19连通;位移传感器24安装在变量液压缸活塞上,检测液压马达/泵20的排量;液压马达/泵20的输入轴与电动/发电机7的输出轴相连;液压马达/泵20的工作油口G和液压蓄能器6连通。

[0026] 上述举升装置重力势能压力容积储用系统的工作原理是:在举升机构下降时,转

换控制阀4工作在上位,举升液压缸3无杆腔与液压马达/泵20的油口F连通,液压马达/泵20工作在液压马达工况,举升液压缸3无杆腔内压力油同时引入到比例先导溢流阀18的入口,并经过马达/泵模式切换阀15、主控压力阀16引入到变量液压缸无杆腔19,如果举升液压缸3无杆腔内压力值小于比例先导溢流阀18的开启压力,马达/泵模式切换阀15处于右位,变量液压缸无杆腔19的压力与有杆腔压力相等,从而使液压马达/泵20处于零排量位置,举升液压缸3保持在原位不动;通过改变比例先导溢流阀18的设定值,使其小于举升液压缸3的无杆腔内的油液压力,这时比例先导溢流阀18打开,从而使马达/泵模式切换阀15右腔的控制压力减小,马达/泵模式切换阀15工作在左位,变量液压缸无杆腔19压力减小,液压马达/泵20的排量增大,举升液压缸3无杆腔的油液通过液压马达/泵20流入液压蓄能器6,同时驱动液压马达/泵20带动电动/发电机7旋转,这时电动/发电机7处于发电状态,产生的电能经过DC-DC变换器10后存入超级电容9内,同时产生电磁力矩平衡一部分液压马达产生的转矩,举升液压缸3内压力油产生的驱动液压马达的转矩被液压蓄能器6和电动发电机产生的阻力矩所平衡,举升液压缸3的运行速度有液压马达的转速和排量控制,这时位移传感器24检测出液压马达/泵20的排量,再根据速度指令值计算出电动/发电机7的转速,将这一信号输入到电机转速控制器8即可完成对举升液压缸3速度的控制。

[0027] 当举升机构上升时,主驱动回路分为工作和不工作两种工况,转换控制阀4工作在中位时,主驱动回路单独驱动举升液压缸3,当转换控制阀4工作在上位、主控制阀2工作在右位时,主驱动回路与能量再生回路共同驱动举升液压缸3,能量再生回路可采用压力控制或流量控制,与主系统耦合工作。当转换控制阀4工作在上位、主控制阀2工作在中位时,马达/泵模式切换阀15通电,能量再生回路切换为液压泵工作模式,电动/发电机7处于电动模式,驱动举升液压缸3工作。能量再生回路可采用压力控制或流量控制,当采用压力控制模式时,液压马达/泵20的油口F的压力受比例先导溢流阀18的控制可连续变化以适应负载需求;当处于流量控制模式时,通过控制电动/发电机7的转速和泵的排量,实现对举升液压缸3上升速度的连续控制。

[0028] 实施例2

下面结合附图2对本发明的具体实施方式2作进一步的说明。

[0029] 如附图2所示,本具体实施例中能量回收控制回路各组件以及转换控制阀4的连接结构和工作方式与实施例1中的相同,其中区别在于,主驱动回路是正流量控制回路。主液压泵13为电子比例控制的变排量泵,其排量的大小与设定的信号成正比例关系,即设定信号增大,主液压泵13的排量也增大。

[0030] 实施例3

下面结合附图3对本发明的具体实施方式3作出进一步的说明。

[0031] 如附图3所示,本实施例是在具体实施例2的基础上对实施例2的结构作出进一步的改进,所作出的结构改进在于:主控制阀2采用进出油口独立控制结构,由两个三位三通的比例方向阀构成,转换控制阀4为三位四通电磁阀;第一比例方向阀的工作油口与举升液压缸3的有杆腔连通,第二比例方向阀的工作油口与举升液压缸3的无杆腔连通,主液压泵13的出油口与第一和第二比例方向阀的进油口连通,第一和第二比例方向阀的回油口与转换控制阀4的工作油口C连通,转换控制阀4的工作油口D与举升液压缸3的无杆腔连通,转换控制阀4的工作油口E与液压马达/泵20的油口F连通,转换控制阀4的工作油口T1与油箱23

连通。

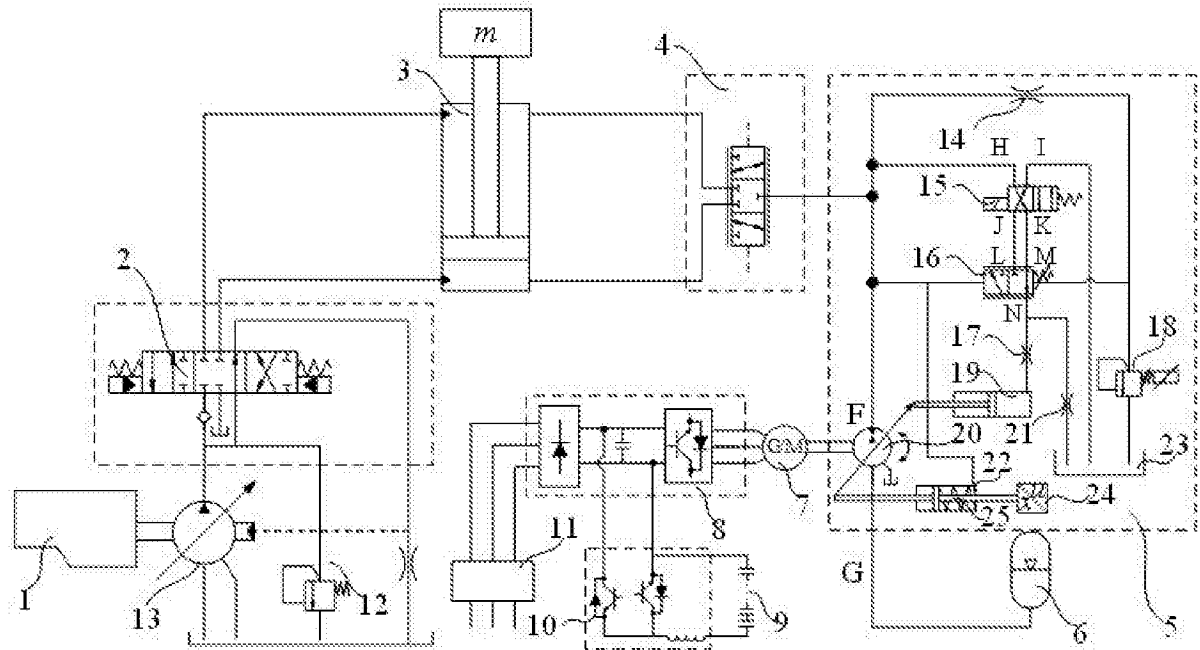


图1

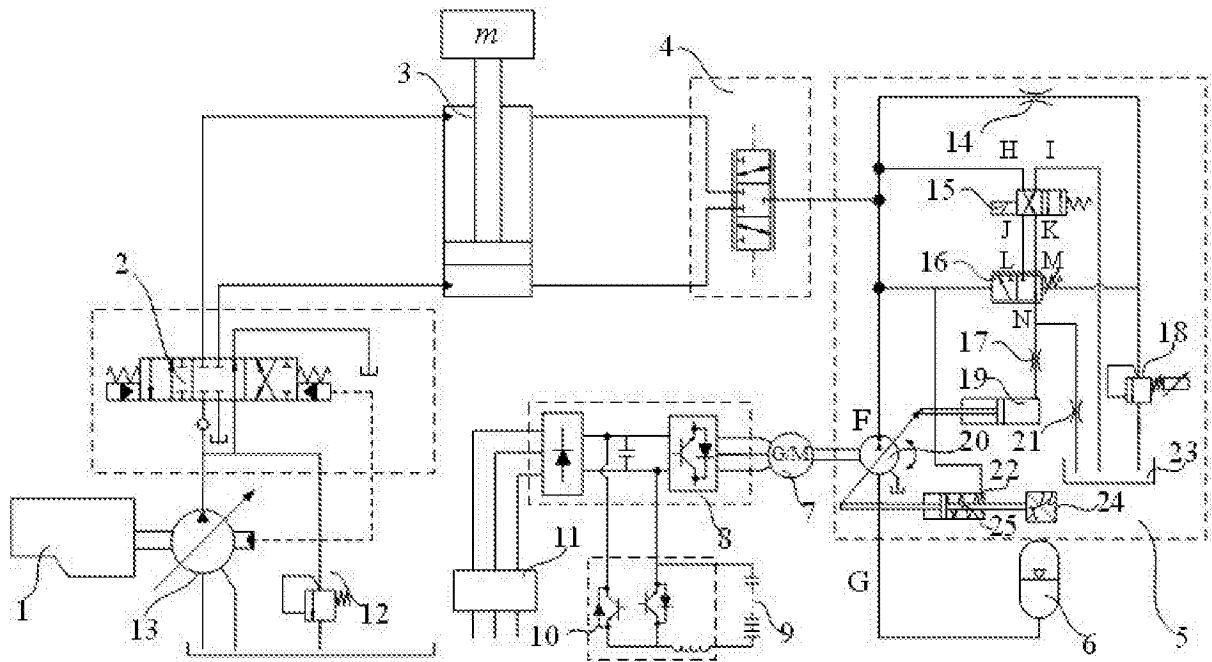


图2

